

MASS TRANSFER DEVICE AND ITS MANUFACTURE

Publication Number: 05-168882 (JP 5168882 A) , July 02, 1993

Inventors:

- KOJIMA HISAO

Applicants

- KOJIMA HISAO (An Individual), JP (Japan)

Application Number: 03-360987 (JP 91360987) , December 17, 1991

International Class (IPC Edition 5):

- B01F-005/00
- B01D-053/18
- B01D-053/34
- B01F-005/20

JAPIO Class:

- 24.3 (CHEMICAL ENGINEERING--- Mixing, Separation & Chrushing)
- 13.1 (INORGANIC CHEMISTRY--- Processing Operations)
- 32.1 (POLLUTION CONTROL--- Exhaust Disposal)
- 42.2 (ELECTRONICS--- Solid State Components)

JAPIO Keywords:

- R012 (OPTICAL FIBERS)
- R127 (CHEMISTRY--- Fixed Enzymes)

Abstract:

PURPOSE: To provide a mass transfer device with low operating cost and low equipment cost and simultaneously with high mixing contact efficiency of fluids with each other and manufacture thereof.

CONSTITUTION: Plural fluids are introduced concurrently or countercurrently into a mass transfer device 1 where plural spiral blades 3, 4 are arranged on the inner wall part of a pass pipe 2 and mixed with each other to cause gas absorption, gas scrubbing, chemical reaction, biochemical reaction, etc., for purifying exhaust gas, waste water, etc. Since the device 1 has simple structure, maintenance management is easy and pressure loss through the device 1 is low. Long-term continuous operation is performed because of no plugging or clogging of the device, equipment, etc., permitting a product of good quality to be obtained. (From: *Patent Abstracts of Japan*, Section: C, Section No. 1122, Vol. 17, No. 577, Pg. 16, October 20, 1993)

JAPIO

© 2005 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.
Dialog® File Number 347 Accession Number 4177182

<http://toolkit.dialog.com/intranet/cgi/present?STYLE=1360084482&PRESENT=DB=347,AN=417> 10/13/2005

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-168882

(43)公開日 平成5年(1993)7月2日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 0 1 F 5/00	F	9260-4G		
B 0 1 D 53/18	E	9042-4D		
53/34	E	6953-4D		
B 0 1 F 5/20		9260-4G		

審査請求 未請求 請求項の数7(全11頁)

(21)出願番号 特願平3-360987

(22)出願日 平成3年(1991)12月17日

(71)出願人 000185639

小嶋 久夫

神奈川県横浜市鶴見区汐入町3-53-21

(72)発明者 小嶋 久夫

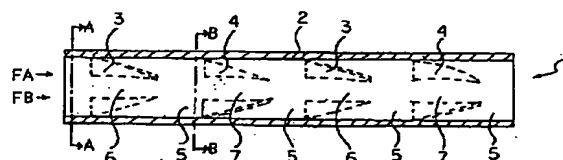
神奈川県横浜市鶴見区汐入町3-53-21

(54)【発明の名称】 物質移動装置及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 運転コスト及び装置コストが低いと共に、流体同士の混合接触効率が高い物質移動装置及びその装置の製造方法を提供する。

【構成】 通路管2の内壁部に複数の螺旋状の羽根体3、4が配置された物質移動装置1に、複数の流体を並流もしくは向流でその装置1内に導入し、流体同士を高効率で混合接触させて、ガス吸収、ガス洗浄、化学反応、生物化学反応などを行ない、排ガス、排水等が浄化される。装置1の構造が簡単であるので、製造コストが低く、保守管理も容易である。装置1内の圧力損失が小さいので、運転コストも低い。装置、機器などの目詰り、閉塞がないので、長時間連続運転ができるので、均質な製品が製造できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 流体が通流する通路管と、この通路管の内壁部に複数個の羽根体とを配置したことを特徴とする物質移動装置。

【請求項2】 前記羽根体は、螺旋状に時計方向に回転していることを特徴とする請求項1に記載の物質移動装置。

【請求項3】 前記羽根体は、螺旋状に反時計方向に回転していることを特徴とする請求項1に記載の物質移動装置。

【請求項4】 前記羽根体は、多孔体又は多孔質体であることを特徴とする請求項1に記載の物質移動装置。

【請求項5】 前記通路管は、その内部に流体を噴射するスプレーノズルが配置されていることを特徴とする請求項1に記載の物質移動装置。

【請求項6】 前記物質移動装置は、生物化学的触媒作用を有する酵素、微生物、又は動植物細胞を担持あるいは固定化していることを特徴とする請求項1に記載の物質移動装置。

【請求項7】 長手方向に複数個に分割された通路管の内壁部に複数個の螺旋状の羽根体を所定の位置に接合する工程と、この通路管の分割面同士を接合する工程とを有していることを特徴とする物質移動装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】本発明は、複数の流体同士を混合接触させて、流体中に含有する物質を移動させる物質移動装置に関する。詳しくには、気相側の物質を液相側に、液相側の物質を気相側に物質移動させて、ガス吸収、ガス洗浄、化学反応、生物化学反応等を行なう物質移動装置及びその製造方法に関する。更に詳述すれば、食品工業においては、炭酸水等の清涼飲料水の製造工程で、水中に炭酸ガスを吸収させている。石油化学工業においては、酸化反応装置、水素添加反応装置又はガス希釈水の製造装置で液体と気体とを混合接触させている。また、紙パルプ工業においては硫化ガスのガス吸収反応を行うために、液体と硫化ガスとを混合接触させている。深層曝気装置、水の塩素殺菌装置、排ガス処理装置、及び廃液処理等の環境装置、並びに好気性菌等を利用したバイオリアクター等においても、この物質移動装置が利用される。特に、半導体製造工場、光ファイバー製造工場等から排出される、モノシラン、ジクロロシラン、アルシン、ジボラン、四塩化珪素、四弗化珪素などを含有する排ガス、及び化学工場等から排出される塩化水素、塩素、亜硫酸ガス、アンモニアガスなどを含有する排ガスの浄化処理、更に、研究所などから排出されるウイルス、細菌等を含む汚染空気の殺菌、滅菌処理などに適用される。

【従来の技術】従来、気体と液体との接触によるガス吸収、ガス洗浄などを行なう物質移動装置としては、スプレー塔、充填塔、静止型混合器などが知られている。気

体接触によるガス吸収に充填塔を利用した場合、通常、気体の塔内流速は $1 \sim 2 \text{ m/sec}$ 、 L/G 比は $3 \sim 5 \text{ l/m}^3$ で使用される。その為に、気体中の HCl 等のガス成分が高濃度の場合、充填塔の塔径又は塔高さを大きくするか、塔数を複数個にして処理する必要がある。それ故に、設備費が高価となり、又、設置面積も大きくなる。更に、 SiO_2 等の付着性の強い粉塵を含有する排ガスを浄化処理する場合、充填物に粉塵が付着、成長して、目詰り、閉塞などのトラブルが発生して、保守管理費が高価となる。又、従来の静止型混合器を利用して、ガス吸収、ガス洗浄などを行った場合、大容量になると気体と液体との混合接触効率が低くなる欠点がある。更に、価格も高価である。他方、 SiO_2 などの微粒子の粉塵を含有する排ガスを混式で処理する場合、ベンチュリースクラバー等が使用されている。この場合、装置内の圧力損失は $500 \sim 1500 \text{ mmAq}$ と非常に高くなり、高圧力の排風機が必要となり、運転費が高価となる。又、 L/G 比を高くすることができないので、高濃度のガス成分のガス吸収に利用することは不適當である。

【発明が解決しようとする課題】従来の装置には、前述したごとく、充填塔においては、高濃度の HCl などのガス成分を処理する場合、塔径、塔高さを大きくし、また塔数を複数個にする必要があり、更に、微細な SiO_2 粒子などが含有している場合は、装置、機器の目詰り、閉塞などのトラブルが発生し、設備費及び保守管理費が高価となる欠点がある。又、従来の静止型混合器は、大容量になると気体と液体との混合接触効率が低くなり、又、高価である。更に、ベンチュリースクラバーは、装置内の圧力損失が高い為に、排風機の電力費が高価となる。又、気液接触時間が短かい為にガス吸収に利用するのは不適當である。本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、設備費、運転費、保守管理費が低いと共に、ガス吸収効率、化学反応効率、ガス洗浄効率等が高い物質移動装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【問題を解決するための手段】本発明に係る物質移動装置は、流体が通流する通路管と、この通路管の内壁部に複数個の羽根体とを配置したことを特徴とする。また、本発明に係る物質移動装置の製造方法は、長手方向に複数個に分割された通路管の内壁部に複数個の螺旋状の羽根体を所定の位置に接合する工程と、この通路管の分割面同士を接合する工程とを有していることを特徴とする。

【作用】本発明においては、液体、気体、及び微粒子径の粉塵を含む気体などの流体を、攪拌動力を必要としないで、各種流体を高効率で混合接触させるから、その物質移動効率が高いと共に、運転費、保守管理費が低い。また、本装置は、容易に製作できるので設備費も安価である。

【実施例】以下、本発明に係る実施例について、添付の図面を参照して具体的に説明する。図1は、本発明の第1の実施例に係る物質移動装置を示す模式図である。図1に示すように、物質移動装置1は、通路管2の内壁部に複数の螺旋状の羽根体3及び4が接合されている。羽根体3は右捻り（時計方向）に90°捻じられている。羽根体4は左捻り（反時計方向）に90°捻じられている。また、図2及び図3に示すように、複数の流体通路9及び10とを有し、本装置1内の中心部は一定の幅で長手方向に開口部6、7とを有し、流体通路9及び10は各々連通している。更に、羽根体3及び羽根体4との間は一定の間隔でスペース部5を有している。更にまた、羽根体3と羽根体4の端縁とはスペース部5を介して直交して交互に配置されている。なお、開口部6、7はこの装置の長手方向に於いて、直線でも曲線でもよい。又、長手方向の開口断面積が異なるテーパ状でもよい。この装置1の半径方向の同一位置に於ける羽根体3及び4の個数は2枚のみでなく、1枚又は2枚以上でもよい。更に羽根体3と羽根体4との間にスペース部5を設けずに、羽根体3と羽根体4とを連続的に隣接して端縁同士を直交させて交互に配置して本装置1を構成してもよい。なお、羽根体3、4の捻り角度は90°のみでなく、180°、270°等任意に設定できる。また、流体通路9、10の個数も任意に設定できる。更に、羽根体3、4の半径方向の高さ及び軸方向の長さ等も使用目的に合わせて任意に設定できる。本発明は、本装置1内に2種以上の流体FAとFBを並流で流入すると、一部の流体は通路管2内に接合されている羽根体3に沿って時計方向に回転しながら流体通路9を通過し、スペース部5で合流し、また、他の一部の流体は羽根体3の開口部6の長手方向において、せん断作用を受ける。更に、合流した流体FAとFBは羽根体4の上流側の端縁で分割されて一部の流体は羽根体4に沿って反時計方向に回転しながら流体通路10を通過し、且つ同様に羽根体4の開口部7でせん断作用を受ける。このように、2種以上の流体FAとFBは本装置1内で、分割、合流、転位、せん断作用を繰返しながら高効率で混合接触される。なお、流体FAとFBとを向流で本装置1内で混合接触しても同様の効果が得られる。更に、本発明の製造方法においては、先ず、複数の分割された半円筒状の通路管2a、2bの内壁面の所定の位置に、螺旋状の羽根体3、4を接着、溶接等の手段により接合し、次に、半円筒状の通路管2a、2b同士を分割面8で溶接等の手段により接合する。この場合、分割面8同士を溶接せずに、開閉自在になるように締め付け具等の手段を用いて接合、固定してもよい。なお、羽根体3、4は鍛造、铸造、射出成型などの手段により容易に製造される。このようにして、極めて容易に高性能の物質移動装置1を製造することができる。更に、羽根体を多孔体あるいは多孔質体で形成することにより、物質移動効率が

向上する。又、通路管2内壁部及び羽根体3、4の表面にメッシュ状の多孔質の補助体を設けても、同様の効果が得られる。図4は、本発明を、 SiCl_4 、 SiH_2Cl_2 、 SiH_4 、 SiF_4 、 PH_3 、 AsH_3 、 B_2H_6 等の光ファイバー製造工場、半導体製造工場から排出される排ガスの処理装置に適用した場合の実施例を示すブロック図である。排ガスは、本発明の実施例に係る物質移動装置11を配置した排ガス処理装置12内に導入されてその排ガス中の SiCl_4 、 SiH_4 等の物質は気体と液体との混合接触により気相側から液相側に移動される。排ガス処理装置12には、その下方に配設されたタンク15が連結されており、このタンク15はデミスター、サイクロン又は充填塔等の気液分離装置16に連結されている。この気液分離装置16において気体と液体とが分離され、液体はタンク15に返戻される。この気液分離装置16からの排出ガスは排風機17を介して大気中に放出される。タンク15内の水溶液は適宜バルブ18、19を開にして排水処理工程に排出されると共に、適宜タンク15内に新液が補給される。処理装置12には、その頭部にスプレーノズル13が配設されており、このノズル13にはポンプ14によりタンク15内の液体が供給される。従って、この液体はノズル13により処理装置12内に噴射され、次いでタンク15内に集められた後、ポンプ14によってノズル13に供給されるというように、循環使用される。この液体は、排ガス中の物質により適宜、酸性又はアルカリ性等の水溶液が選択使用される。次に、処理装置12の構造について説明する。この処理装置12内には、図1に示すように、螺旋状の右捻り及び左捻りの羽根体を所定位置に複数個配置して構成される物質移動装置1が配設されている。このように構成された排ガス処理装置12においては、 SiH_4 、 SiCl_4 、 PH_3 等を含有する排ガスが処理装置12の上部から処理装置12内に供給される。また、ポンプ14によりタンク15から汲み上げられた水溶液が処理装置12の頭部に配設されたスプレーノズル13を介して処理装置12内に噴射される。この排ガス及び水溶液は、物質移動装置11内を並流で通過する間に螺旋状に右及び左に回転する。排ガス及び水溶液は、分割、合流、転移、せん断作用を繰返しながら、気体と液体とが高効率で混合接触される。これにより、排ガス中の SiH_4 、 SiCl_4 等の物質は、液体との化学反応により、水溶液中に溶解、吸収される。また、この化学反応により生成する微細な SiO_2 粒子は水溶液中に捕捉される。吸収、捕捉された物質は、水溶液と共に下方に配設されたタンク15内に集められる。排ガスは気液分離装置16に送給され、ガス気流中に存在する小径の飛沫は気液分離装置16によりガスと液体とに分離され、液体はタンク15内に返戻される。なお、この気液分離装置16の頭部又は下部にスプレーノズルを配設して、このノズルを介して水溶液を装置1

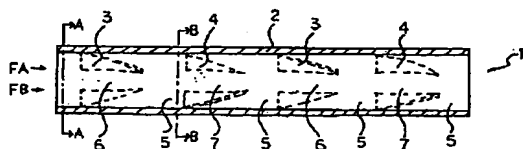
6内に噴射することにより、含有物質の捕集効率が一層高くなる。又、保守管理も容易になる。タンク15内の水溶液はポンプ14により循環使用される。タンク15内の水溶液が SiO_2 粒子、塩酸等を含有してその濃度が高くなると、バルブ18、19を開にすることにより、タンク15内の水溶液は適宜排水処理工程に排出される。また、タンク15内には、適宜新液が補給される。 SiH_4 、 SiCl_4 等の物質が除去された清浄な排ガスは排風機17により大気中に放出される。次に、本発明の第2の実施例について、図5を参照して説明する。本発明に係る物質移動装置を適用した処理装置20は、図4で示した実施例とほぼ同様に構成されている。この処理装置20内には、物質移動装置21のその長手方向に所定のピッチで離隔する複数のスプレーノズル23、24が、その噴射方向を装置21の下方向に向けて配設されている。このように構成された処理装置20においては、処理装置20の頭部にはスプレーノズル22が配設され、また処理装置20内に配置されている物質移動装置21内部にスプレーノズル23、24が各々配設されている。このノズル22、23、24にはポンプ24によりタンク26内の液体が供給される。ノズル23、24は、液体の噴射により、付着性の強い微細な SiO_2 粒子等による装置20内部での付着成長による目詰り、閉塞などを防止し、又、装置20内の圧力損失を小さくし、更に、物質移動効率を高めて洗浄、吸収効率を上昇させる効果を有している。更に又、長時間連続運転を可能にして、保守管理費を安価にする。なお、前記適用例1、2において、排ガス中の SiH_4 、 SiH_2Cl_2 、 SiF_4 等の珪素化合物を除去処理する場合は、複数のタンクを使用して、先ず第1段階ではタンク内の水溶液を酸性（ $\text{PH}1\sim2$ 程度）にし、第2段階での水溶液はアルカリ性（ $\text{PH}13\sim14$ 程度）で処理を行なうにする。このように酸性水溶液及びアルカリ性水溶液を用いて2段階処理を行なうと、第1段階で90%以上の珪素化合物を除去することで、 NaOH 等のアルカリ性水溶液と化学反応して生成される Na_2SiO_3 、 NaCl 、 Na_2CO_3 などの生成物による装置、機器内の目詰り、閉塞などを防止し、 NaOH 等の消費量を低くし、また PH 計による常時監視を不要にできる。更に、排水中に含有する SiO_2 粒子の排水処理も簡易になる。 SiO_2 粒子を自然沈降、凝集沈殿、▲ろ▼過装置などの手段で分離して SiO_2 粒子を回収、再利用することも可能となる。又、酸性水溶液は処理装置に再循環して利用することも可能となる。なお、移動装置21に設けられるスプレーノズルの個数は使用目的に応じて任意に設定できる。次に、本発明に係る第3の実施例について、図6を参照して説明する。この実施例は本発明をバイオハザード対策に適用した場合のものである。ガス中に存在する物質としては、病原生の微生物、細菌、ウイルス等がある。図6に示すように、この

ような物質を含有するガスが本発明の実施例に係る処理装置31にその上部から供給される。この処理装置31は第1の適用例の処理装置12と同様の構造を有する。つまり、図1に示すように、右及び左捻りの螺旋状の羽根体3、4を配置した物質移動装置34を配置した処理装置31は直立し、その頭部からオゾン、次亜塩素酸ソーダなどの殺菌又は滅菌作用を有する物質を含有した洗浄液が供給されて処理装置31内を流れる。この洗浄液は、処理装置31内でガスと混合接触し、ガス中の病原生の物質を殺菌、滅菌して清浄化する。このガスは、気液分離装置32によりガス中の水分が除去された後、排風機33に吸引されて大気中に放出される。この実施例においても、ガス中の病原生の物質は有効に殺菌、滅菌される。つまり、物質移動装置34内をガスと洗浄液とが並流で流通する間に、ガスと洗浄液とが有効に混合接触されて、ガス中の微生物、細菌、ウイルスなどが高効率で殺菌、滅菌される。なお、オゾン、エチレンオキシド、塩素、2酸化塩素ガス等を処理装置31内に供給して殺菌、滅菌をしてもよい。この場合、微生物を含んだガスと殺菌、滅菌性のガスとを第1段階で混合接触させて殺菌、滅菌を行ない、第2段階でその殺菌、滅菌性のガスを水溶液で吸収して清浄化することにより、高効率で病原生の物質を殺菌、滅菌できる。以上、述べた第1、第2、及び第3の適用例においては、ガスと液体とが処理装置内を流通する方向は同一（並流）であるが、このガスの流通方向と液体の流通方向とを違い、その流れが相互に向かい合う向流方向にガスと液体とを流してもよい。更に、本発明の物質移動装置をバイオリクターに適用する場合は、微生物または固定化酵素を担持する物質移動装置内に原液を流通させればよい。好気性菌体を固定化して使用する場合は、空気または酸素を原液とともに物質移動装置内に流通させればよい。このバイオリクターを利用して、アンモニア等を含有有機系排水を処理する場合は、羽根体などに硝化菌などの微生物を担持させた物質移動装置内に原液を流通させれば、効率よくアンモニア等が分解処理される。この場合、微生物を活性化させるために、空気または酸素等のガスを物質移動装置内に流通させる。装置内では、微生物と原液および空気または、酸素が十分に混合接触されて、安価な動力費で効率よく有機系排水が清浄に処理される。なお、生物化学的触媒作用を有する酵素、微生物、動植物細胞等を羽根体などに担持または固定する場合は、多孔質材料等で形成された羽根体を、あらかじめ製造されている微生物中に浸しつつ微生物を吸着させたり、反応のスタートする植菌段階から微生物と羽根体とを接触させ、培養の進行とともに吸着させることも可能である。なお、通路管および羽根体を多孔質材料等で形成して、通路管および羽根体に酵素、微生物等を担持または固定化してもよい。更に、図7に示すように、バイオリクター35内の原液中に物質移動装置36を配置して、原

液を装置36内に通流させて使用してもよい。この場合、装置36の下部から空気、 O_2 、 N_2 、 CO_2 、 Ar 、 He 等の気体を供給する。こうすることにより、装置36内で原液と微生物とが高効率で混合接触されて、反応速度が早くなる。更にまた、原液中に固定化酵素粒子37（または固定化微生物粒子）を存在させて、装置36内を通流させてもよい。これにより、更に反応速度は早くなる。このように本発明に係る物質移動装置をバイオリアクターに適用すると、攪拌動力をまったく必要とせず、機械的駆動部分がなく、密閉状態で生物化学反応が進行するので、雑菌による汚染もなく、温度、PH制御等も容易になり、更に、スケールアップも容易になる。また、装置のコンパクト化、運転費の軽減化が図れる。

【発明の効果】本発明によれば、螺旋状の羽根体が配設された通路管を複数の種類の流体が通流する間に、流体同士が高効率で混合されて接触し、気相側から液相側へ、液相側から気相側への物質移動により、ガス吸収、ガス洗浄、化学反応、生物化学反応などが効率よく行なわれる。特に、排ガス処理装置に適用した場合、従来の処理装置では、低い圧力損失では除去し得なかった粒子径が $1\mu m$ 以下の SiO_2 等の超微粒子も、本発明によれば、極めて有効に、低い圧力損失（50～350mmAq程度）で除去することができる。又、簡単な構造により装置内の圧力損失も低く、かつ装置内のガス流速及びL/G比を大きくできることで、装置はコンパクト及び高性能になる。更に、保守管理も容易になる。更にまた、付着性の強い粉塵による装置、機器の目詰り、閉塞などのトラブルを防止し、装置内の圧力損失の上昇を防止して、化学気相成長装置（CVD）やスプレードライ*

【図1】



*ヤなどで生産される製品の品質を均質化させることができる。更に、その処理装置の製造コストが低い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る物質移動装置を示す模式図である。

【図2】同じくその物質移動装置のA-A線の断面図である。

【図3】同じくその物質移動装置のB-B線の断面図である。

10 【図4】本発明の第1の実施例に係る物質移動装置を排ガス処理装置に適用した装置を示すブロック図である。

【図5】本発明の第2の実施例に係る物質移動装置を排ガス処理装置に適用した装置を示すブロック図である。

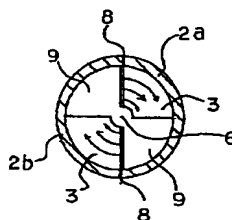
【図6】本発明の第1の実施例に係る物質移動装置をバイオハザード対策に適用した装置を示すブロック図である。

【図7】同様に、バイオリアクターに適用した装置を示すブロック図である。

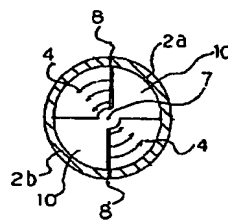
【符号の説明】

- 1, 11, 21, 34, 36; 物質移動装置
2, 2a, 2b; 通路管
3, 4; 羽根体
12, 20; 排ガス処理装置
13, 22, 23, 24; スプレーノズル
14, 24; ポンプ
15, 26; タンク
16, 27, 32; 気液分離装置
17, 28, 33; 排風機
35; バイオリアクター

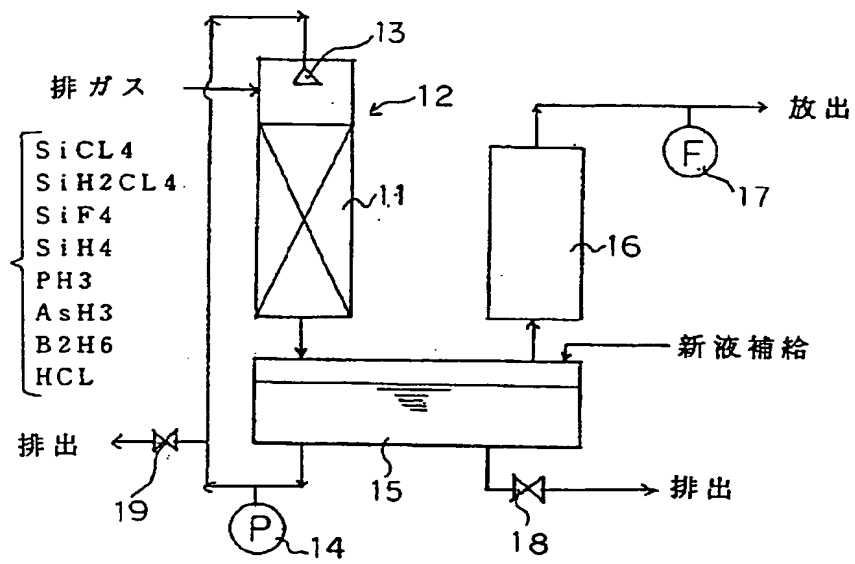
【図2】



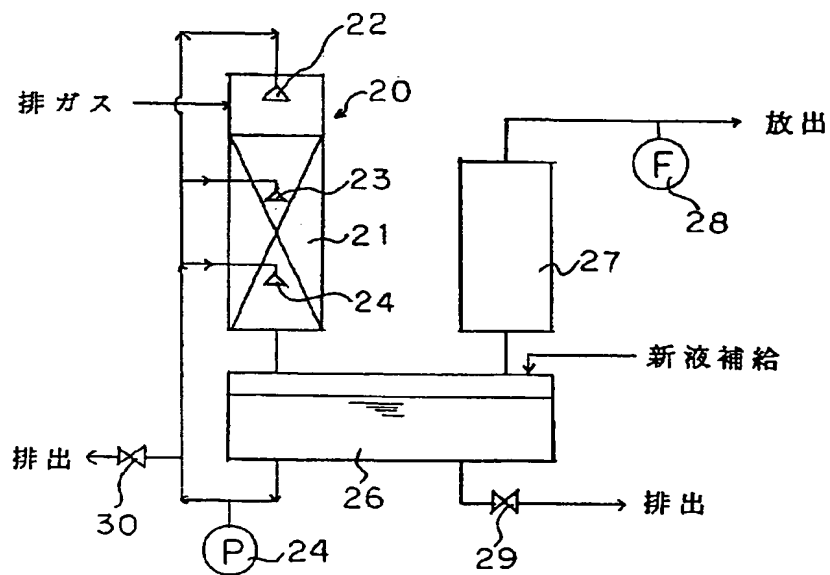
【図3】



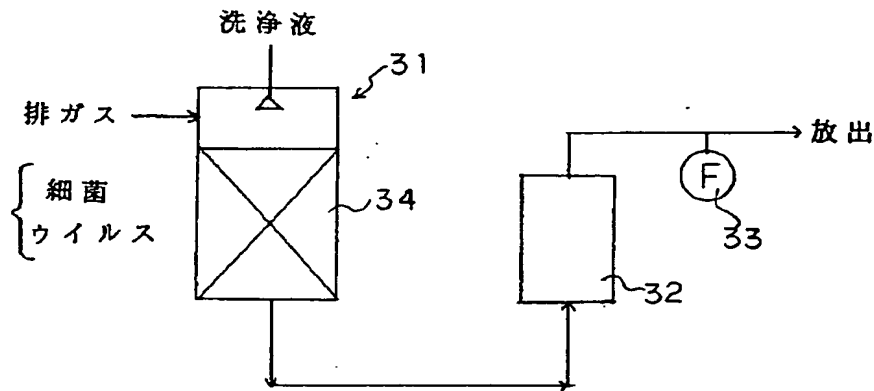
【図4】



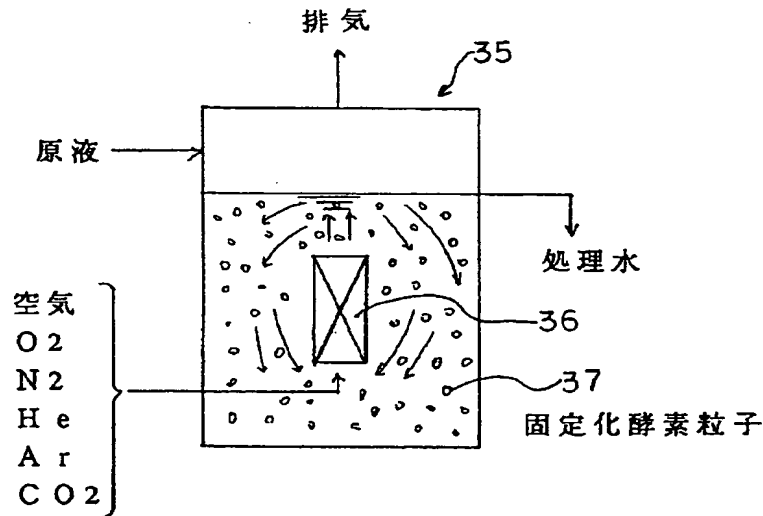
【図5】



【図6】



【図7】



【手続補正書】

【提出日】平成3年12月19日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】物質移動装置及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 流体が流通する通路管と、この通路管の内壁部に複数個の羽根体とを配置したことを特徴とする

物質移動装置。

【請求項2】 前記羽根体は、螺旋状に時計方向に回転していることを特徴とする請求項1に記載の物質移動装置。

【請求項3】 前記羽根体は、螺旋状に反時計方向に回転していることを特徴とする請求項1に記載の物質移動装置。

【請求項4】 前記羽根体は、多孔体又は多孔質体であることを特徴とする請求項1に記載の物質移動装置。

【請求項5】 前記通路管は、その内部に流体を噴射するスプレーノズルが配置されていることを特徴とする請求項1に記載の物質移動装置。

【請求項6】 前記物質移動装置は、生物化学的触媒作用を有する酵素、微生物、又は動植物細胞を担持あるいは固定化していることを特徴とする請求項1に記載の物質移動装置。

【請求項7】 長手方向に複数個に分割された通路管の内壁部に複数個の螺旋状の羽根体を所定の位置に接合する工程と、この通路管の分割面同士を接合する工程とを有していることを特徴とする物質移動装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、複数の流体同士を混合接触させて、流体中に含有する物質を移動させる物質移動装置に関する。詳しくは、気相側の物質を液相側に、液相側の物質を気相側に物質移動させて、ガス吸収、ガス洗浄、化学反応、生物化学反応等を行なう物質移動装置及びその製造方法に関する。

【0002】 更に詳述すれば、食品工業においては、炭酸水等の清涼飲料水の製造工程で、水中に炭酸ガスを吸収させている。石油化学工業においては、酸化反応装置、水素添加反応装置又はガス希釈水の製造装置で液体と気体とを混合接触させている。また、紙パルプ工業においては硫化ガスのガス吸収反応を行うために、液体と硫化ガスとを混合接触させている。深層曝気装置、水の塩素殺菌装置、排ガス処理装置、及び廃液処理等の環境装置、並びに好気性菌等を利用したバイオリアクター等においても、この物質移動装置が利用される。

【0003】 特に、半導体製造工場、光ファイバー製造工場等から排出される、モノシラン、ジクロロシラン、アルシン、ジボラン、四塩化珪素、四弗化珪素などを含有する排ガス、及び化学工場等から排出される塩化水素、塩素、亜硫酸ガス、アンモニアガスなどを含有する排ガスの浄化処理、更に、研究所などから排出されるウイルス、細菌等を含む汚染空気の殺菌、滅菌処理などに適用される。

【0004】

【従来の技術】 従来、気体と液体との接触によるガス吸収、ガス洗浄などを行なう物質移動装置としては、スプレー塔、充填塔、静止型混合器などが知られている。気体接触によるガス吸収に充填塔を利用した場合、通常、気体の塔内流速は $1 \sim 2 \text{ m/sec}$ 、 L/G 比は $3 \sim 5 \text{ l/m}^3$ で使用される。その為に、気体中の HCl 等のガス成分が高濃度の場合、充填塔の塔径又は塔高さを大きくするか、塔数を複数個にして処理する必要がある。それ故に、設備費が高価となり、又、設置面積も大きくなる。更に、 SiO_2 等の付着性の強い粉塵を含有する排ガスを浄化処理する場合、充填物に粉塵が付着、成長して、目詰り、閉塞などのトラブルが発生して、保守管理費が高価となる。

【0005】 又、従来の静止型混合器を利用して、ガス吸収、ガス洗浄などを行った場合、大容量になると気体

と液体との混合接触効率が低くなる欠点がある。更に、価格も高価である。他方、 SiO_2 などの微粒子の粉塵を含有する排ガスを混式で処理する場合、ベンチュリースクラバー等が使用されている。この場合、装置内の圧力損失は $500 \sim 1500 \text{ mmAq}$ と非常に高くなり、高圧力の排風機が必要となり、運転費が高価となる。又、 L/G 比を高くすることができないので、高濃度のガス成分のガス吸収に利用することは不適当である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 従来の装置には、前述したごとく、充填塔においては、高濃度の HCl などのガス成分を処理する場合、塔径、塔高さを大きくし、また塔数を複数個にする必要があり、更に、微細な SiO_2 粒子などが含有している場合は、装置、機器の目詰り、閉塞などのトラブルが発生し、設備費及び保守管理費が高価となる欠点がある。又、従来の静止型混合器は、大容量となると気体と液体との混合接触効率が低くなり、又、高価である。更に、ベンチュリースクラバーは、装置内の圧力損失が高い為に、排風機の電力費が高価となる。又、気液接触時間が短かい為にガス吸収に利用するのは不適当である。本発明はかかる問題点を鑑みてなされたものであって、設備費、運転費、保守管理費が低いと共に、ガス吸収効率、化学反応効率、ガス洗浄効率等が高い物質移動装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0007】

【問題を解決するための手段】 本発明に係る物質移動装置は、流体が通流する通路管と、この通路管の内壁部に複数個の羽根体とを配置したことを特徴とする。また、本発明に係る物質移動装置の製造方法は、長手方向に複数個に分割された通路管の内壁部に複数個の螺旋状の羽根体を所定の位置に接合する工程と、この通路管の分割面同士を接合する工程とを有していることを特徴とする。

【0008】

【作用】 本発明においては、液体、気体、及び微粒子径の粉塵を含む気体などの流体を、攪拌動力を必要としないで、各種流体を高効率で混合接触させるから、その物質移動効率が高いと共に、運転費、保守管理費が低い。また、本装置は、容易に製作できるので設備費も安価である。

【0009】

【実施例】 以下、本発明に係る実施例について、添付の図面を参照して具体的に説明する。図1は、本発明の第1の実施例に係る物質移動装置を示す模式図である。図1に示すように、物質移動装置1は、通路管2の内壁部に複数個の螺旋状の羽根体3及び4が接合されている。羽根体3は右捻り（時計方向）に 90° 捻じられている。羽根体4は左捻り（反時計方向）に 90° 捻じられている。また、図2及び図3に示すように、複数個の流

体通路9及び10とを有し、本装置1内の中心部は一定の幅で長手方向に開口部6、7とを有し、流体通路9及び10は各々連通している。更に、羽根体3及び羽根体4との間は一定の間隔でスペース部5を有している。更にまた、羽根体3と羽根体4の端縁とはスペース部5を介して直交して交互に配置されている。なお、開口部6、7はこの装置の長手方向に於いて、直線でも曲線でもよい。又、長手方向の開口断面積が異なるテーパ状でもよい。この装置1の半径方向の同一位置に於ける羽根体3及び4の個数は2枚のみでなく、1枚又は2枚以上でもよい。更に羽根体3と羽根体4との間にスペース部5を設けずに、羽根体3と羽根体4とを連続的に隣接して端縁同士を直交させて交互に配置して本装置1を構成してもよい。なお、羽根体3、4の捻り角度は90°のみでなく、180°、270°等任意に設定できる。また、流体通路9、10の個数も任意に設定できる。更に、羽根体3、4の半径方向の高さ及び軸方向の長さ等も使用目的に合わせて任意に設定できる。

【0010】本発明は、本装置1内に2種以上の流体FAとFBを並流で流入すると、一部の流体は通路管2内に接合されている羽根体3に沿って時計方向に回転しながら流体通路9を通流し、スペース部5で合流し、また、他の一部の流体は羽根体3の開口部6の長手方向において、せん断作用を受ける。更に、合流した流体FAとFBは羽根体4の上流側の端縁で分割されて一部の流体は羽根体4に沿って反時計方向に回転しながら流体通路10を通流し、且つ同様に羽根体4の開口部7でせん断作用を受ける。

【0011】このように、2種以上の流体FAとFBは本装置1内で、分割、合流、転位、せん断作用を繰返しながら高效率で混合接触される。なお、流体FAとFBとを向流で本装置1内で混合接触しても同様の効果が得られる。更に、本発明の製造方法においては、先ず、複数個に分割された半円筒状の通路管2a、2bの内壁面の所定の位置に、螺旋状の羽根体3、4を接着、溶接等の手段により接合し、次に、半円筒状の通路管2a、2b同士を分割面8で溶接等の手段により接合する。この場合、分割面8同士を溶接せずに、開閉自在になるように締め付け具等の手段を用いて接合、固定してもよい。なお、羽根体3、4は鍛造、鋳造、射出成型などの手段により容易に製造される。このようにして、極めて容易に高性能の物質移動装置1を製造することができる。

【0012】更に、羽根体を多孔体あるいは多孔質体で形成することにより、物質移動効率が向上する。又、通路管2内壁部及び羽根体3、4の表面にメッシュ状の多孔質の補助体を設けても、同様の効果が得られる。

【0013】図4は、本発明を、 SiCl_2 、 SiH_2Cl_2 、 SiH_4 、 SiF_4 、 PH_3 、 AsH_3 、 B_2H_6 等の光ファイバー製造工場、半導体製造工場から排出される排ガスの処理装置に適用した場合の実施例を示

すブロック図である。排ガスは、本発明の実施例に係る物質移動装置11を配置した排ガス処理装置12内に導入されてその排ガス中の SiCl_4 、 SiH_4 等の物質は気体と液体との混合接触により気相側から液相側に移動される。排ガス処理装置12には、その下方に配設されたタンク15が連結されており、このタンク15はデミスター、サイクロン又は充填塔等の気液分離装置16に連結されている。この気液分離装置16において気体と液体とが分離され、液体はタンク15に返戻される。この気液分離装置16からの排出ガスは排風機17を介して大気中に放出される。タンク15内の水溶液は適宜バルブ18、19を開にして排水処理工程に排出されると共に、適宜タンク15内に新液が補給される。処理装置12には、その頭部にスプレーノズル13が配設されており、このノズル13にはポンプ14によりタンク15内の液体が供給される。従って、この液体はノズル13により処理装置12内に噴射され、次いでタンク15内に集められた後、ポンプ14によってノズル13に供給されるというように、循環使用される。この液体は、排ガス中の物質により適宜、酸性又はアルカリ性等の水溶液が選択使用される。

【0014】次に、処理装置12の構造について説明する。この処理装置12内には、図1に示すように、螺旋状の右捻り及び左捻りの羽根体を所定位置に複数個配置して構成される物質移動装置1が配設されている。このように構成された排ガス処理装置12においては、 SiH_4 、 SiCl_4 、 PH_3 等を含有する排ガスが処理装置12の上部から処理装置12内に供給される。また、ポンプ14によりタンク15から汲み上げられた水溶液が処理装置12の頭部に配設されたスプレーノズル13を介して処理装置12内に噴射される。この排ガス及び水溶液は、物質移動装置11内を並流で通流する間に螺旋状に右及び左に回転する。排ガス及び水溶液は、分割、合流、転移、せん断作用を繰返しながら、気体と液体とが高效率で混合接触される。これにより、排ガス中の SiH_4 、 SiCl_4 等の物質は、液体との化学反応により、水溶液中に溶解、吸収される。また、この化学反応により生成する微細な SiO_2 粒子は水溶液中に捕捉される。吸収、捕捉された物質は、水溶液と共に下方に配設されたタンク15内に集められる。排ガスは、気液分離装置16に送給され、ガス気流中に存在する小径の飛沫は気液分離装置16によりガスと液体とに分離され、液体はタンク15内に返戻される。なお、この気液分離装置16の頭部又は下部にスプレーノズルを配設して、このノズルを介して水溶液を装置16内に噴射することにより、含有物質の捕集効率が一層高くなる。又、保守管理も容易になる。タンク15内の水溶液はポンプ14により循環使用される。タンク15内の水溶液が SiO_2 粒子、塩酸等を含有してその濃度が高くなると、バルブ18、19を開にすることにより、タンク15内

の水溶液は適宜排水処理工程に排出される。また、タンク15内には、適宜新液が補給される。 SiH_4 、 SiCl_4 、等の物質が除去された清浄な排ガスは排風機17により大気中に放出される。

【0015】次に、本発明の第2の実施例について、図5を参照して説明する。本発明に係る物質移動装置を適用した処理装置20は、図4で示した実施例とほぼ同様に構成されている。この処理装置20内には、物質移動装置21のその長手方向に所定のピッチで離隔する複数個のスプレーノズル23、24が、その噴射方向を装置21の下方に向けて配設されている。このように構成された処理装置20においては、処理装置20の頭部にはスプレーノズル22が配設され、また処理装置20内に配置されている物質移動装置21内部にスプレーノズル23、24が各々配設されている。このノズル22、23、24にはポンプ24によりタンク26内の液体が供給される。ノズル23、24は、液体の噴射により、付着性の強い微細な SiO_2 粒子等による装置20内部での付着成長による目詰り、閉塞などを防止し、又、装置20内の圧力損失を小さくし、更に、物質移動効率を高めて洗浄、吸収効率を上昇させる効果を有している。更に又、長時間連続運転を可能にして、保守管理費を安価にする。

【0016】なお、前記適用例1、2において、排ガス中の SiH_4 、 SiH_2Cl_2 、 SiF_4 等の珪素化合物を除去処理する場合は、複数個のタンクを使用して、先ず第1段階ではタンク内の水溶液を酸性（ $\text{PH}1\sim2$ 程度）にし、第2段階での水溶液はアルカリ性（ $\text{PH}13\sim14$ 程度）で処理を行なうにする。このように酸性水溶液及びアルカリ性水溶液を用いて2段階処理を行なうと、第1段階で90%以上の珪素化合物を除去することで、 NaOH 等のアルカリ性水溶液と化学反応して生成される Na_2SiO_3 、 NaCl 、 Na_2CO_3 などの生成物による装置、機器内の目詰り、閉塞などを防止し、 NaOH 等の消費量を低くし、また PH 計による常時監視を不要にできる。更に、排水中に含有する SiO_2 粒子の排水処理も簡易になる。 SiO_2 粒子を自然沈降、凝集沈殿、▲ろ▼過装置などの手段で分離して SiO_2 粒子を回収、再利用することも可能となる。又、酸性水溶液は処理装置に再循環して利用することも可能となる。なお、移動装置21に設けられるスプレーノズルの個数は使用目的に応じて任意に設定できる。

【0017】次に、本発明に係る第3の実施例について、図6を参照して説明する。この実施例は本発明をバイオハザード対策に適用した場合のものである。ガス中に存在する物質としては、病原性の微生物、細菌、ウイルス等がある。図6に示すように、このような物質を含有するガスが本発明の実施例に係る処理装置31にその上部から供給される。この処理装置31は第1の適用例の処理装置12と同様の構造を有する。つまり、図1に

示すように、右及び左捻りの螺旋状の羽根体3、4を配置した物質移動装置34を配置した処理装置31は直立し、その頭部からオゾン、次亜塩素酸ソーダなどの殺菌又は滅菌作用を有する物質を含有した洗浄液が供給されて処理装置31内を流れる。この洗浄液は、処理装置31内でガスと混合接触し、ガス中の病原性の物質を殺菌、滅菌して清浄化する。このガスは、気液分離装置32によりガス中の水分が除去された後、排風機33に吸引されて大気中に放出される。

【0018】この実施例においても、ガス中の病原性の物質は有効に殺菌、滅菌される。つまり、物質移動装置34内をガスと洗浄液とが並流で通流する間に、ガスと洗浄液とが有効に混合接触されて、ガス中の微生物、細菌、ウイルスなどが高効率で殺菌、滅菌される。なお、オゾン、エチレンオキシド、塩素、2酸化塩素ガス等を処理装置31内に供給して殺菌、滅菌をしてもよい。この場合、微生物を含んだガスと殺菌、滅菌性のガスとを第1段階で混合接触させて殺菌、滅菌を行ない、第2段階でその殺菌、滅菌性のガスを水溶液で吸収して清浄化することにより、高効率で病原性の物質を殺菌、滅菌できる。

【0019】以上、述べた第1、第2、及び第3の適用例においては、ガスと液体とが処理装置内を通流する方向は同一（並流）であるが、このガスの通流方向と液体の通流方向とを違い、その流れが相互に向かい合う向流方向にガスと液体とを流してもよい。

【0020】更に、本発明の物質移動装置をバイオリアクターに適用する場合は、微生物または固定化酵素を担持する物質移動装置内に原液を通流させればよい。好気性菌体を固定化して使用する場合は、空気または酸素を原液とともに物質移動装置内に通流させればよい。このバイオリアクターを利用して、アンモニア等を含有有機系排水を処理する場合は、羽根体などに硝化菌などの微生物を担持させた物質移動装置内に原液を通流させれば、効率よくアンモニア等が分解処理される。この場合、微生物を活性化させるために、空気または酸素等のガスを物質移動装置内に通流させる。装置内では、微生物と原液および空気または、酸素が十分に混合接触されて、安価な動力費で効率よく有機系排水が清浄に処理される。なお、生物化学的触媒作用を有する酵素、微生物、動植物細胞等を羽根体などに担持または固定する場合は、多孔質材料等で形成された羽根体を、あらかじめ製造されている微生物中に浸しつつ微生物を吸着させたり、反応のスタートする植菌段階から微生物と羽根体とを接触させ、培養の進行とともに吸着させることも可能である。なお、通路管および羽根体を多孔質材料等で形成して、通路管および羽根体に酵素、微生物等を担持または固定化してもよい。

【0021】更に、図7に示すように、バイオリアクター35内の原液中に物質移動装置36を配置して、原液

を装置36内に通流させて使用してもよい。この場合、装置36の下部から空気、 O_2 、 N_2 、 CO_2 、 Ar 、 He 等の気体を供給する。こうすることにより、装置36内で原液と微生物とが高効率で混合接触されて、反応速度が早くなる。更にまた、原液中に固定化酵素粒子37（または固定化微生物粒子）を存在させて、装置36内を通流させてもよい。これにより、更に反応速度は早くなる。このように本発明に係る物質移動装置をバイオリアクターに適用すると、攪拌動力をまったく必要とせず、機械的駆動部分がなく、密閉状態で生物化学反応が進行するので、雑菌による汚染もなく、温度、PH制御等も容易になり、更に、スケールアップも容易になる。また、装置のコンパクト化、運転費の軽減化が図れる。

【0022】

【発明の効果】本発明によれば、螺旋状の羽根体が配設された通路管を複数の種類の流体が通流する間に、流体同士が高効率で混合されて接触し、気相側から液相側へ、液相側から気相側への物質移動により、ガス吸収、ガス洗浄、化学反応、生物化学反応などが効率よく行なわれる。特に、排ガス処理装置に適用した場合、従来の処理装置では、低い圧力損失では除去し得なかった粒子径が $1\mu m$ 以下の SiO_2 等の超微粒子も、本発明によれば、極めて有効に、低い圧力損失（50～350mmAq程度）で除去することができる。又、簡単な構造により装置内の圧力損失も低く、かつ装置内のガス流速及び L/G 比を大きくできることで、装置はコンパクト及び高性能になる。更に、保守管理も容易になる。更にまた、付着性の強い粉塵による装置、機器の目詰り、閉塞などのトラブルを防止し、装置内の圧力損失の上昇を防止して、化学気相成長装置（CVD）やスプレードライ

ヤなどで生産される製品の品質を均質化させることができる。更に、その処理装置の製造コストが低い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る物質移動装置を示す模式図である。

【図2】同じくその物質移動装置のA-A線の断面図である。

【図3】同じくその物質移動装置のB-B線の断面図である。

【図4】本発明の第1の実施例に係る物質移動装置を排ガス処理装置に適用した装置を示すブロック図である。

【図5】本発明の第2の実施例に係る物質移動装置を排ガス処理装置に適用した装置を示すブロック図である。

【図6】本発明の第1の実施例に係る物質移動装置をバイオハザード対策に適用した装置を示すブロック図である。

【図7】同様に、バイオリアクターに適用した装置を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1, 11, 21, 34, 36; 物質移動装置
- 2, 2a, 2b; 通路管
- 3, 4; 羽根体
- 12, 20; 排ガス処理装置
- 13, 22, 23, 24; スプレーノズル
- 14, 24; ポンプ
- 15, 26; タンク
- 16, 27, 32; 気液分離装置
- 17, 28, 33; 排風機
- 35; バイオリアクター